

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 718 481 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
26.06.1996 Patentblatt 1996/26

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **F02B 37/013**, F02B 47/08,  
F02M 25/07

(21) Anmeldenummer: **95114998.8**

(22) Anmeldetag: **23.09.1995**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR IT NL SE**

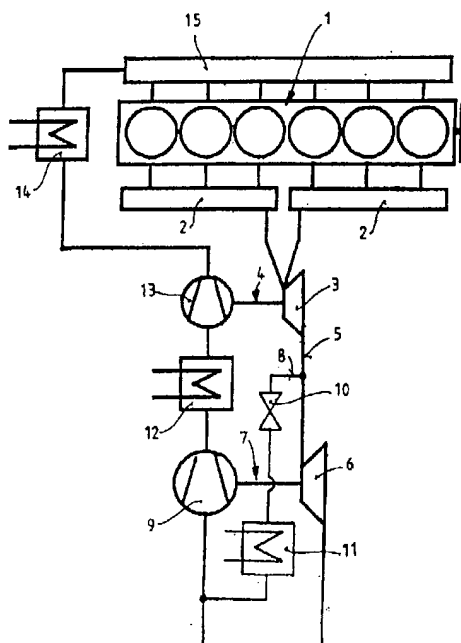
(71) Anmelder: **MAN NUTZFAHRZEUGE AG**  
80995 München (DE)

(30) Priorität: **24.12.1994 DE 4446730**

(72) Erfinder: **Weiss, Joachim, Dr.**  
D-90522 Oberasbach (DE)

### (54) **Abgasrückführung für eine Brennkraftmaschine mit Aufladung**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Abgasrückführung für eine Brennkraftmaschine mit Aufladung. Zur Verbesserung der Abgaswerte, insbes. zur Reduzierung der NO<sub>x</sub>-Werte im Teillastbereich ist es bekannt, einen Teil des Abgases zurückzuführen, um durch eine Verringerung des Sauerstoffgehaltes die NO<sub>x</sub>-Bildung zu unterdrücken. Bei aufgeladenen Motoren führt eine unmittelbare Rückführung des Abgases zu einer spürbaren Leistungseinbuße bei der Abgasturbine. Noch stärker ist diese Einbuße bei einer zweistufigen Aufladung. Um eine derartige Leistungseinbuße, verbunden mit Brennstoffmehrverbrauch, zu vermeiden, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, das rückzuführende Abgas zwischen der Hoch- und der Niederdruckturbine zu entnehmen und es dem Eintritt des zur Niederdruckturbine gehörenden Niederdruckverdichters zuzuführen. Die Abgasrückführung wird somit mit einem Minimum an Brennstoffmehrverbrauch bewerkstelligt.



EP 0 718 481 A2

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Abgasrückführung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Aus DE- 23 26 206 A1 ist eine Brennkraftmaschine mit Aufladung bekannt, bei der Abgas wahlweise vor oder hinter der Turbine des Abgasturboladers entnommen und der Saugseite des zugehörigen Verdichters zugeführt werden kann. Die verdichtete Ladeluft, bzw. das verdichtete Abgas- Luftgemisch wird über einen Ladeluftkühler der Brennkraftmaschine zugeführt. Die Menge des rückgeführten Abgases kann durch ein Regelventil gesteuert werden. Im Zuge der derzeitigen und noch zu erwartenden Absenkungen der Emissionsgrenzwerte für Brennkraftmaschinen geraten die bei der einstufigen Aufladung verwendeten Abgasturbolader zunehmend in den Grenzbereich ihrer Leistungsfähigkeit und Dauerhaltbarkeit. Dabei ist auch der Zielkonflikt zwischen geringen Stickoxidemissionen und gleichzeitig niedrigem Kraftstoffverbrauch immer schwieriger zu beherrschen. Zudem ist beidieser Art der Abgasrückführung am einstufigen Abgasturbolader der große Enthalpieverlust des rückgeführten Abgases von Nachteil, welches ohne Ausnutzung seiner Arbeitsfähigkeit an der Abgasturbine vorbeigeführt wird.

Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, die Abgasrückführung so weiterzuentwickeln, daß sie nahezu im gesamten Betriebsbereich mit dem Ziel einer Absenkung der Stickoxidemission angewandt werden kann und dabei gleichzeitig eine geringe thermische und mechanische Belastung der Turbomaschinen bei möglichst unverändertem Gesamtwirkungsgrad gewährleistet ist.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1.

Durch die Entnahme des Abgases erst nach der Hochdruckturbine wird die im Abgas steckende Enthalpie besser ausgenutzt. Zum Antrieb des Hochdruckverdichters steht somit mehr Energie zur Verfügung, so daß ein nahezu unverändert hoher Ladedruck erzielt wird. Dieser Effekt wird dadurch noch verstärkt, daß die durch die Entnahme des Rückführgases hervorgerufene Absenkung des Druckniveaus zwischen Hoch- und Niederdruckturbine das Gefälle am Hochdruckteil zusätzlich vergrößert. Die aufgrund der Abgasrückführung sinkende Leistung der Niederdruckturbine wird daher zu einem beträchtlichen Teil durch eine höhere Leistung der Hochdruckturbine kompensiert.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Abgasrückführung kann dem Patentanspruch 2 entnommen werden.

Die Kühlung des rückgeführten Abgases in einem besonderen Abgaskühler verringert die für die Aufladung des Abgas-Luftgemisches erforderliche Verdichtungsarbeit erheblich und schützt den Verdichter vor thermischer Überlastung.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist an Hand einer Zeichnung dargestellt.

Das Abgas einer Brennkraftmaschine 1 gelangt von einer Abgassammelleitung 2 zunächst zu einer ersten

Hochdruckturbine 3 eines ersten Abgasturboladers 4. Nach dem Verlassen der Hochdruckturbine 3 wird das Abgas über eine Verbindungsleitung 5 einer Niederdruckturbine 6 eines zweiten Abgasturboladers 7 zugeführt.

Erfindungsgemäß zweigt von der Verbindungsleitung 5 eine Bypaßleitung 8 ab, über welche eine Teilmenge des Abgases dem Eintritt eines Niederdruckverdichters 9 des zweiten Abgasturboladers 7 zugeführt werden kann.

Die dem Eintritt des Niederdruckverdichters 9 zugeführte Teilmenge des Abgases kann durch ein Regelventil 10 in der Bypaßleitung 8 geregelt werden. Zur Rückkühlung des rückgeführten Abgases ist ein Abgaskühler 11 vorgesehen, welcher mit dem Regelventil 10 in Reihe geschaltet ist. Die vom Regelventil 10 gesteuerte Abgasmenge wird dem Eintritt des Niederdruckverdichters 9 des zweiten Turboladers 7 zugeführt und zusammen mit der Luft vorverdichtet. Die vorverdichtete Luft bzw. das Abgas/Luftgemisch durchläuft nun einen ersten Ladeluftkühler 12 und wird anschließend in einem Hochdruckverdichter 13 des ersten Turboladers 4 weiterverdichtet. Die Luft bzw. das Abgas-/Luftgemisch wird in einem zweiten Ladeluftkühler 14 nochmals gekühlt, ehe es, nunmehr auf Ladedruckniveau, über die Ladeluftleitung 15 der Brennkraftmaschine 1 zugeführt wird.

Der wesentliche Vorteil der erfindungsgeräten Abgasrückführung ist darin zu sehen, daß das Abgas hoher Enthalpie zunächst in der Hochdruckturbine 3 entspannt wird und dabei einen großen Teil seiner Energie abgibt, welche dem Hochdruckverdichter 13 zugute kommt. Zusätzliche Vorteile stellen sich dann ein, wenn das System eine zweiflutige Anordnung des Abgasstranges in Verbindung mit einer zweiflutig ausgebildeten Hochdruckturbine 3 aufweist, indem die damit einhergehenden Nachteile bei der Abgasentnahme aus einem Abgasstrang vermieden werden. Dasselbe gilt für die Abgasentnahme aus beiden Strängen, weil sie nicht länger getrennt wären und sich gegenseitig negativ beeinflussen würden. Aus beidem ergibt sich durch die Entnahme des Rückführgases nach der Hochdruckturbine 3 eine höhere Effizienz derselben und damit ein niedrigerer Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine. Ein weiterer positiver Aspekt ist darin zu sehen, daß bei der Auslegung der Hochdruckturbine 3 auf evtl. Beeinflussung durch die Verringerung des Massenstroms durch Abgasrückführung keine Rücksicht genommen zu werden braucht, weil die Hochdruckturbine 3 immer mit dem gesamten Abgasstrom beaufschlagt ist. Darüber hinaus hat sich die Temperatur des Abgases nach Austritt aus Turbine 3 durch Expansion beträchtlich erniedrigt, bevor es über die Bypaßleitung 8 rückgeführt wird. Dies entlastet den Abgaskühler 11 thermisch und verringert die erforderliche Kühlleistung.

Die erfindungsgemäße Abgasrückführung verhilft der Brennkraftmaschine nahezu im gesamten Betriebsbereich zu niedrigen Stickoxidemissionen, ohne den Kraftstoffverbrauch nennenswert anzuheben.

### Patentansprüche

1. Abgasrückführung für eine Brennkraftmaschine mit Aufladung, bei der eine Teilmenge des Abgases vor dem Eintritt in eine Abgasturbine über eine Bypaß-  
leitung entnommen und einem Eintritt eines der Abgasturbine zugehörigen Verdichters zugeführt wird, wobei die entnommene Teilmenge des Abgases über ein in die Bypaßleitung eingebautes Regelventil steuerbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Bypaßleitung (8) das Abgas zwischen einer Hoch- und einer Niederdruckturbine (3, 6) entnimmt und es dem Eintritt eines der Niederdruckturbine (6) zugehörigen Niederdruckverdichters (9) zuführt.
2. Abgasrückführung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bypaßleitung (8) noch einen zum Regelventil (10) in Reihe geschalteten Abgaskühler (11) ausweist.

5

10

15

20

25

30

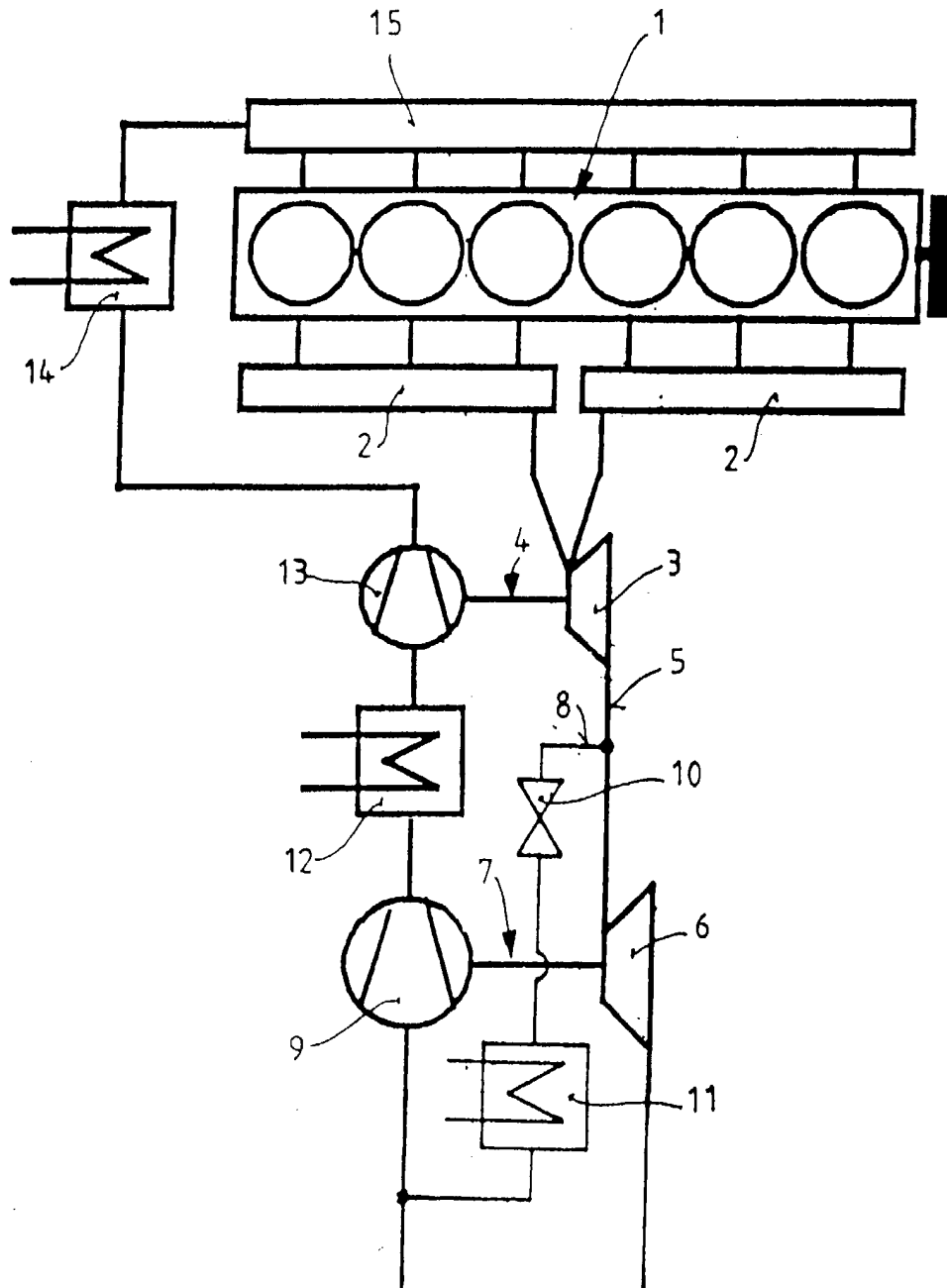
35

40

45

50

55



DERWENT-ACC-NO: 1996-288883

DERWENT-WEEK: 200064

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Exhaust gas return for two-stage  
turbocharged IC engine  
- has by-pass line for part of exhaust gas from  
between high and low pressure turbines to low pressure  
compressor inlet

INVENTOR: WEISS, J

PATENT-ASSIGNEE: MAN NUTZFAHRZEUGE AG[MAUG]

PRIORITY-DATA: 1994DE-4446730 (December 24, 1994)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
EP 718481 A2	June 26, 1996	G 004
F02B 037/013		
DE 59508809 G	November 30, 2000	N/A
000 F02B 037/013		
DE 4446730 A1	June 27, 1996	N/A 003
F02D 021/08		

EP 718481 A3	September 24, 1997	N/A	000
F02B 037/013			
DE 4446730 C2	March 19, 1998	N/A	004
F02D 021/08			
EP 718481 B1	October 25, 2000	G	000
F02B 037/013			

DESIGNATED-STATES: DE FR IT NL SE DE FR IT NL SE

CITED-DOCUMENTS: No-SR.Pub; DE 2326206 ; DE 4120055 ;  
DE 4231218 ; DE 4416572  
; US 4350013

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
EP 718481A2	N/A	1995EP-0114998
September 23, 1995		
DE 59508809G	N/A	1995DE-0508809
September 23, 1995		
DE 59508809G	N/A	1995EP-0114998
September 23, 1995		
DE 59508809G	Based on	EP 718481 N/A
DE 4446730A1	N/A	1994DE-4446730
December 24, 1994		
EP 718481A3	N/A	1995EP-0114998
September 23, 1995		
DE 4446730C2	N/A	1994DE-4446730
December 24, 1994		

EP 718481B1      N/A

1995EP-0114998

September 23, 1995

INT-CL (IPC): F02B029/04, F02B037/013 , F02B047/08 ,  
F02D021/08 ,  
F02M025/07

ABSTRACTED-PUB-NO: EP 718481A

BASIC-ABSTRACT:

The exhaust gas return system takes part of the exhaust gas from the two-stage turbocharged combustion engine (1). The exhaust gas flows along a bypass line (8) from between the high (3) and low (6) pressure turbines and is fed to the inlet of the low pressure turbocharger compressor (9).

The bypass line is fitted with a control valve (10). Pref. an exhaust gas cooler (11) is also fitted in the bypass line.

USE/ADVANTAGE - The emissions of nitrogen oxides from a supercharged IC engine are reduced. The mechanical and thermal loads on the turbochargers are also reduced, while maintaining overall efficiency.

ABSTRACTED-PUB-NO: EP 718481B

## EQUIVALENT-ABSTRACTS:

The exhaust gas return system takes part of the exhaust gas from the two-stage turbocharged combustion engine (1). The exhaust gas flows along a bypass line (8) from between the high (3) and low (6) pressure turbines and is fed to the inlet of the low pressure turbocharger compressor (9).

The bypass line is fitted with a control valve (10). Pref. an exhaust gas cooler (11) is also fitted in the bypass line.

USE/ADVANTAGE - The emissions of nitrogen oxides from a supercharged IC engine are reduced. The mechanical and thermal loads on the turbochargers are also reduced, while maintaining overall efficiency.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/1

TITLE-TERMS: EXHAUST GAS RETURN TWO=STAGE  
TURBOCHARGE IC ENGINE BY=PASS LINE  
PART EXHAUST GAS HIGH LOW PRESSURE TURBINE  
LOW PRESSURE COMPRESSOR  
INLET

DERWENT-CLASS: Q52 Q53



SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1996-242400